

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai pupuk organik padat dengan menggunakan cangkang kerang dan telur merupakan suatu pertimbangan dalam penelitian ini. Penelitian sebelumnya dicantumkan untuk memperkuat penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan kotoran sapi dan cangkang teritip dengan tambahan bahan baku kulit pisang dengan *aktivator Effective Microorganism 4* (EM4) dan Mikroorganisme Lokal (MOL) kemudian diaplikasikan pada tanaman cabai. Pada penelitian ini berfokus pada penambahan tepung cangkang teritip untuk meningkatkan kandungan kalsium pada tablet pupuk organik padat.

Penelitian yang dilakukan Ekawandani dan Alvianingsih (2018) melakukan pemanfaatan kotoran sapi untuk dijadikan pupuk kompos. Penelitian tersebut memanfaatkan sampah organik berupa daun kering dan juga EM4. Penelitian ini menggunakan metode komparatif, membandingkan kadar P, K dan rasio C/N antara kompos yang dihasilkan EM4 dan kompos yang dihasilkan dengan kotoran sapi. Pupuk daun dengan aktivator EM4 mendapatkan nilai pH 6 dengan kadar P 0,12%, kadar K 0,47% dan nilai C organik 31,94%, nilai N 1,30% serta rasio C/N 25. Sedangkan pupuk daun dengan tambahan kotoran sapi memiliki nilai pH 7 dengan kadar P 0,21%, kadar K 0,44% dengan nilai C organik 32,15% dan nilai N 1,63 % dengan rasio C/N 20. Berdasarkan penelitian tersebut pupuk kompos menggunakan kotoran sapi lebih memenuhi standar (Ekawandani & Alvianingsih, 2018).

Penelitian yang dilakukan Rakhmawati *et al.* (2019) melakukan pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik. Hal ini dikarenakan kotoran sapi memiliki kandungan unsur hara yang diperlukan tanaman seperti Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Berdasarkan penelitian dilakukan pengomposan dengan cara aerasi dengan melakukan pembalikan satu minggu sekali dan dilakukan dengan cara *force aeration* (menghembuskan udara dengan

kompresor). Pengomposan dilakukan dengan menggunakan bahan berupa kotoran sapi yang di tambahkan kapur putih, EM4, tetes tebu, air dan serbuk kayu. Dimana pemberian serbuk kayu yang seimbang menunjukkan proses pengomposan lebih efisiensi waktu. Dari penelitian tersebut diketahui faktor pengaruh proses pematangan pupuk organik yaitu ukuran bahan, Rasio C/N, Kelembapan, Aerasi dan pH (Rakhmawati *et al.*, 2019).

Penelitian dilakukan oleh Hasibuan *et al.* (2021) mengatakan unsur kalsium pada tanaman sangat penting untuk meningkatkan pertumbuhan tunas dan akar. Minimnya asupan kalsium dapat mengakibatkan tanaman sulit berkembang dan gugurnya bunga akibat terhalangnya pertumbuhan puncak. Dimana kalsium sangat baik untuk tanaman hias dan tanaman buah. Penelitian tersebut didapatkan data berupa penggunaan pupuk kalsium meningkatkan pertumbuhan pada tanaman papaya pada bagian daun (Hasibuan *et al.*, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Aryandhita dan Kastono. (2019) mengatakan kalsium merupakan unsur hara makro sekunder yang diperlukan tanaman dalam proses pertumbuhan dan perkembangan khususnya pada akar dan tunas. Penelitian ini berfokus pada pengaruh aplikasi pupuk kalsium pada tanaman sawi. Pada penelitian ini pengaruh penambahan Ca pada tanaman muda mempengaruhi tinggi tanaman dan jumlah daun. Kalsium memiliki peranan dalam pertumbuhan apikal, pemebelahan sel, pengaturan permeabilitas sel, serta pertambahan biji (Aryandhita & Kastono, 2021).

Penelitian yang dilakukan Srifatriati *et al.* (2023) melakukan pemanfaatan kotoran ayam dan tepung cangkang kerang sebagai pupuk organik. Penelitian ini memanfaatkan tepung cangkang kerang karena mengandung kalsium karbonat yang dapat meningkatkan pH tanah menjadi netral. Dimana pH mempengaruhi penyerapan unsur hara pada tanaman. Tepung cangkang kerang mengandung CaCO_3 53,05%, Na 0,08%, P 0,05%, Mg 0,05%, Fe 0,02%, Cu 16,36%, Zn 15,76% dan Si 0,1% yang dapat memperbaiki sifat fisika dan kimia tanah. Dari penelitian tersebut dihasilkan peningkatan pertumbuhan hasil tanaman bawang merah (Srifatriati & Ernita, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Widyananda *et al.* (2022) melakukan pemanfaatan cangkang kerang hijau untuk dijadikan tepung granul yang mengandung kalsium, magnesium dan fosfat. Kandungan dalam cangkang kerang hijau berupa kalsium dan magnesium yang tinggi memiliki potensi tinggi untuk dijadikan pupuk dengan penambahan asam fosfat. Dalam pembuatan granul ditambahkan tepung tapioka sebagai pengikat. Pada penelitian ini dihasilkan pupuk granul dengan kadar Fosfat yang tinggi yaitu 36,3 % dan 18,9% karena penambahan asam fosfat serta pupuk granul yang keras tetapi masih mudah larut dalam air (Widyananda *et al.*, 2022).

Penelitian dari Rasmito *et al.* (2019), menyatakan bahwa kulit pisang adalah bahan organik yang memiliki kandungan Mg, Na, P, dan S yang dapat digunakan sebagai pupuk organik. Dimana kulit pisang dapat dijadikan pupuk organik padat dan cair dengan. Pada penelitian ini pupuk organik cair dari campuran limbah cair tahu dan kulit pisang dapat meningkatkan K₂O dalam pupuk organik cair (Rasmito *et al.*, 2019).

Penelitian Anugrah dan Prastamay. (2022) menyatakan penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas tanaman, kualitas tanah dan penyuplai unsur hara. Unsur hara seperti N, P, dan K serta unsur hara makro lainnya terkandung dalam pupuk organik. Kulit pisang merupakan bahan yang dapat dijadikan pupuk, karena mengandung komponen kimia seperti Mg, Na, P, dan sulfur. Selain itu itu, Kandungan kulit pisang juga memiliki kandungan kalium, kalsium dan zat besi. Dimana unsur hara makro seperti Kalium, Fosfor dan Magnesium dan Kalsium bermanfaat dalam proses pertumbuhan vegetatif tanaman (Anugrah & Prastamay, 2022).

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Ekawandani dan Alvianingsih (2018)	Untuk mengetahui efektivitas pupuk kompos kotoran sapi dan daun dengan aktivator EM4	Pupuk kompos dengan menggunakan kotoran sapi dan daun lebih memenuhi standar dibandingkan dengan pupuk kompos daun dengan aktivator EM4	Penambahan kulit pisang pada kotoran sapi
2.	Rakhmawati <i>et al.</i> (2019)	Pembuatan pupuk organik metode aerob dari kotoran sapi dengan penambahan EM4	Penggunaan kotoran sapi, kapur dolomit dan penambahan serbuk kayu yang seimbang dapat mempercepat proses pengomposan.	Metode anaerob
3.	Hasibuan <i>et al.</i> (2021)	Pemanfaatan limbah cangkang telur untuk POC	1 kg cangkang telur menghasilkan 500 ml POC dengan penambahan 50 mL larutan gula merah, 50 mL EM4 dan 450 mL air, Diaplikasikan pada tanaman cabai dan pepaya	Tepung Cangkang kerang teritip, pupuk organik padat dalam bentuk tablet

4.	Aryandhita dan Kastono (2019)	Mengetahui Pengaruh interaksi dan aplikasi pupuk kalsium secara foliar dan pupuk kalium pada sawi hijau serta konsentrasi optimal pupuk Ca dan KCl sehingga tanaman tumbuh dengan baik dan berkualitas	Aplikasi pupuk kalsium secara foliar meningkatkan tajuk tanaman sawi sehingga lebih banyak bagian tanaman yang bisa dimakan.	Tanaman cabai
5.	Srifatriati <i>et al.</i> (2023)	Mengetahui pengaruh pupuk kandang ayam dan tepung cangkang kerang dengan penambahan EM4 pada pertumbuhan tanaman bawang	Meningkatkan jumlah daun dan menghasilkan bobot umbi lebih baik dimana pemberian tepung cangkang kerang ukuran 70 mesh dapat meningkatkan pertumbuhan hasil tanaman bawang	Tepung cangkang kerang teritip
6.	Widyananda <i>et al.</i> (2022)	Pembuatan dan mengetahui sifat pupuk granul kalsium dan magnesium fosfat	Pupuk granul bersifat keras tetapi mudah larut dalam air dengan kadar P ₂ O ₅ 18,9% pada suhu	Bentuk tablet pupuk organik padat, tepung

		dengan cangkan kerang hijau dengan perekat tapung tapioka	125°C dan kadar P ₂ O ₅ 36,3% pada suhu 150°C	cangkang kerang teritip
7.	Rasmito <i>et al.</i> (2019)	Mengetahui lama fermentasi dan variasi penambahan EM4 dalam starter kulit pisang dan kobis yang paling optimum atau memenuhi persyaratan PERMENTAN No. 70 Tahun 2011	Lama waktu fermentasi dan ratio penambahan EM4/starter adalah 10 hari dan untuk kadar N dan P belum memenuhi standar Permentan tentang pupuk cair sedangkan kadar K sudah memenuhi standar mutu yaitu 3 – 6 %	Pupuk organik padat
8.	Anugrah dan Prastamay (2022)	Mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair dari limbah kulit pisang kepok terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa L</i>)	Pupuk organik cair kuli pisang kapok berpengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman, peningkatan jumlah daun dan berat basah pada tanaman pakcoy serta mempercepat laju fotosintesis	Tablet pupuk organik padat, tanaman cabai

Pada penelitian ini memiliki perbedaan dalam pembuatan pupuk organik padat yaitu dengan memanfaatkan kotoran sapi dan limbah kulit pisang kepok sebagai penambah kadar kalium serta penambahan tepung cangkang teritip untuk meningkatkan kadar kalsium yang dikemas dalam bentuk tablet pupuk organik padat (POP).

2.2 Teori – Teori yang Relevan

2.2.1 Pupuk Organik Padat

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan, dan /atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dapat diperkaya mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan atau biologi tanah (Kementerian Pertanian Indonesia, 2019).

Penggunaan pupuk organik memiliki keunggulan berupa:

- 1) Meningkatnya kadar organik dalam tanah sehingga memperbaiki kualitas tanah.
- 2) Bahan baku yang digunakan mudah didapatkan.
- 3) Mengandung unsur hara mikro yang lebih lengkap daripada pupuk kimia.
- 4) Tidak mencemari lingkungan.
- 5) Menjembatani unsur hara yang ada di dalam tanah dalam bentuk partikel ion sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman.
- 6) Melepaskan kandungan unsur hara secara perlahan dan terus menerus tidak kelebihan dan kekurangan unsur hara (Kidul, 2023).

Pupuk organik padat adalah pupuk yang dibuat menggunakan bahan organik dengan bentuk akhir berfase padat (Anggraeni et al., 2019). Kelebihan dari penggunaan pupuk organik padar diantaranya memperbaiki struktur tanah, menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, memperbaiki sifat tanah baik secara fisika, kimia dan biologi, serta pupuk organik padat dapat meningkatkan daya serap tanah terhadap air (Basysya et al., 2022). Bahan baku pupuk organik

padat diantaranya berupa kotoran ternak, sampah rumah tangga, jerami, rumput/daun kering, serbuk gergaji, kulit pisang dan lain lain (Airi, 2023).

2.2.2 Tablet Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat dalam bentuk tablet adalah jenis pupuk yang terbuat dari bahan organik dan memiliki bentuk fisik padatan. Contoh pupuk organik padat dalam bentuk tablet adalah kompos tablet, pupuk kandang tablet, dan pupuk hijau tablet. Pembuatan kompos tablet biasanya melibatkan pengeringan bioslurry sapi, penggunaan hydrogel, silika, dan perekat, serta pengadukan dan pencetakan adonan menjadi tablet yang kemudian dikeringkan untuk menjadi padat (Romansyah *et al.*, 2020). Kelebihan pupuk organik bentuk tablet adalah kemampuan dalam memobilisasi atau menjembatani hara yang ada di tanah sehingga akan membentuk partikel ion yang mudah diserap oleh tanaman dan mempunyai kemampuan melepas unsur hara tanah dengan sangat perlahan dan terus menerus, sehingga membantu mencegah terjadinya kelebihan suplai hara yang membuat tanaman keracunan (Surya *et al.*, 2021).

2.2.3 Fermentasi atau Pengomposan

Pengomposan adalah suatu proses penguraian bahan organik secara biologis oleh mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Dahlianah, 2015). Sedangkan fermentasi adalah proses perubahan kimia pada substrat organik dari aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Rasmito *et al.*, 2019). Fermentasi juga merupakan proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan melibatkan mikroorganisme (Kurniawan *et al.*, 2017). Proses pengomposan dan fermentasi dapat berlangsung secara aerob dan anaerob. Aerob merupakan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba yang membutuhkan oksigen, sedangkan anaerob merupakan dekomposisi bahan organik oleh mikroba tanpa memerlukan oksigen (Nurkholis *et al.*, 2019). Fermentasi sering dipahami sebagai pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu pemecahan tanpa memerlukan oksigen (Kurniawan *et al.*, 2017)

Pada proses pengomposan, aktivitas bakteri atau mikroorganismenya mempengaruhi tingkat keasaman (pH). Proses pengomposan akan menghasilkan asam akibat aktivitas mikroorganismenya atau bakteri pengurai yang seiring waktu akan berubah menjadi netral. Bakteri atau mikroorganismenya pada nilai pH 6,5 – 8 bekerja secara optimum, sedangkan jamur efektif bekerja pada nilai pH 5 – 5,8. Pada proses anaerobik terjadi fermentasi oleh bakteri atau mikroorganismenya pengurai antara lain *Escherichia coli.*, *Streptococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, dan *Clostridium sp* (Hendarto & Banjarnahor, 2021).

2.2.4 Kotoran Sapi

Kotoran sapi merupakan sisa hasil proses pencernaan sapi yang berbentuk padat. Variasi warna kotoran pada sapi dipengaruhi oleh suplai makanannya yang diberikan (Melsasail et al., 2019a). Kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik (Huda & Wikanta, 2016). Komposisi unsur hara pada kotoran sapi padat terdiri dari 0,97% nitrogen, 0,69% fosfor (P_2O_5), 1,66% kalium (K_2O), 1,0-1,5% magnesium (Mg) dan campuran unsur hara mikro (Rahmadanti et al., 2019). Penambahan kotoran sapi meningkatkan kandungan karbon organik pada tanah terdegradasi dan meningkatkan ketersediaan unsur hara dari tanah bagi tanaman, yang tidak hanya meningkatkan aktivitas mikroorganismenya tanah yang bermanfaat tetapi juga meningkatkan kesuburan tanah. Kotoran sapi secara signifikan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Hidayat et al., 2021).

2.2.5 Teritip (*Balanus sp.*)



Gambar 2. 1 Teritip (*Balanus sp.*)

Sumber : Muzaki, 2011

Keterangan mengenai hewan teritip (Devri, 2021):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Maxilopoda
Ordo : Rhizocephala
Famili : Balanidiae
Genus : Cirripedia
Spesies : Cirripedia

Teritip (*barnacles*) merupakan salah satu sumber daya hayati laut yang mempunyai keanekaragaman tinggi dan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. (Hudatwi Mu'alimah *et al*, 2023). Teritip adalah salah satu hewan biofouling yang menempel pada infrastruktur yang terendam di perairan laut (Wijayanti *et al.*, 2020). Salah satu jenis teritip yaitu teritip Amphibalanus Amphitrite dari filum Crustacea, ordo Sessilia dan family Balanidae yang hidup menempel pada substrat seperti dinding dermaga dan kapal. Teritip Balanus sp merupakan salah satu dari famili Amphibalanus Amphitrite (Nasution & Mudzni, 2016). ke Teritip (*Balanus* sp.) termasuk ke dalam *crustacea* dan merupakan salah satu *sub-class Cirripedia*. Teritip bersifat parasit yang menempel pada substrat (Laksono *et al.*, 2017). Teritip merupakan hewan invertebrata yang hidup di laut dan kehidupannya melalui dua stadium yaitu larva yang bersifat planktonis dan stadium dewasa bersifat menempel. Teritip dapat menembus tanaman mangrove sehingga menghambat proses fotosintesis. Teritip tumbuh mengendapkan kapur (CaCO_3) disepanjang plat. Teritip terbungkus oleh cangkang kapur yang menempel pada substrat berupa kalsium karbonat (CaCO_3) (Mirza *et al.*, 2017). Cangkang teritip (*Balanus* sp.) terdiri dari sekitar 98% kalsium karbonat (CaCO_3) dan kandungan kalsium yang tinggi, sekitar 98% (Dampang *et al.*, 2021).

2.2.6 Kulit Pisang

Kulit pisang merupakan produk limbah yang melimpah dari pemanfaatan buah pisang. Kulit pisang biasanya tidak dimanfaatkan dan dibuang sebagai sampah organik (Lumowa & Bardin, 2018). Kulit pisang juga mengandung unsur kimia seperti magnesium (Mg), sodium (Na), fosfor (P), sulfur (S) sehingga kulit pisang memiliki potensi yang baik untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik baik padat maupun cair (Mahyuddin *et al.*, 2019). Limbah kulit pisang memiliki kandungan nutrisi terutama kalium, yang membantu pertumbuhan mikroorganisme selama tahap fermentasi. kandungan unsur hara mikro yang banyak ini diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman (Rusdiyana *et al.*, 2022).



Gambar 2. 2 Kulit Pisang Kepok

Sumber: Peneliti, 2024

Kulit pisang memiliki kadar kalium yang tinggi dan dibutuhkan oleh tanaman. Kandungan kalium pada kulit pisang kering sebesar 42% lebih besar dari kotoran hewan yang sebesar 0,2%. Pada tanaman kalium berperan dalam proses fotosintesis, pembentukan protein dan selulosa serta memperkuat batang tanaman juga meningkatkan ketahanan tanaman. Kalium membuat tanaman lebih sehat dan menghasilkan bunga yang banyak serta membuat warna lebih tajam (Putri *et al.*, 2022).

2.2.7 *Effective Microorganism 4* (EM4)

Larutan *Effective Microorganism 4* atau EM4 ditemukan pertama kali oleh Prof. Dr. Teuro Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Larutan EM4 ini mengandung mikroorganisme fermentasi. Jumlah mikroorganisme fermentasi yang terdapat dalam EM4 sekitar 80 genus. Dari banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam EM4, terdapat 5 golongan utama yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, ragi (*yeast*), *Actinomycetes*. EM4 merupakan kultur campuran berbagai mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keanekaragaman mikroba tanah dan meningkatkan kesehatan dan kualitas tanah (Rasmito *et al.*, 2019). Aktivitas mikroorganisme yang ada dalam bahan organik ini dapat menyebabkan fermentasi dan perubahan senyawa ini (Kurniawan *et al.*, 2017).

2.2.8 Parameter Uji Pupuk Organik Padat

Parameter uji pupuk organik padat yang digunakan sebagai acuan penelitian adalah Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR310/M/4/2019. Berikut **tabel 2.2** yang menunjukkan standar mutu pupuk organik padat.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Pupuk Organik Padat

No.	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1.	pH	-	4	9
2.	Nitrogen	%	2	-
3.	Fosfor	%	2	-
4.	Kalium	%	2	-
5.	C-organik	%	15	-
6.	C/N Rasio	-	≤ 25	-
7.	Kadar air	%	8	20
8.	<i>E.coli</i>	Cfu/g Atau MPN/g	-	< 1 x 10 ²

9.	<i>Salmonella sp</i>	Cfu/g Atau MPN/g	-	$< 1 \times 10^2$
10.	Logam berat			
	As	ppm	-	10
	Hg	ppm	-	1
	Pb	ppm	-	50
	Cd	ppm	-	2
	Cr	ppm	-	180
	Ni	ppm	-	50
11.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	-	2

(Kementerian Pertanian Indonesia, 2019)

Parameter uji kandungan kalsium pupuk organik padat yang digunakan sebagai acuan penelitian ini adalah SNI 482: 2018 tentang Syarat Kapur Untuk Pertanian. Dalam penelitian ini kandungan kalsium cangkang teritip masuk ke dalam jenis kapur kerang yang dapat dilihat pada **tabel 2.3** tentang klasifikasi kalsium pupuk organik padat.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Kalsium Pupuk Organik Padat

Parameter/ Jenis	Satuan	Batu Kapur	Kapur Kerang	Kapur Buatan	Kapur Tohor	Kapur Padan
Kadar Air	%	Maks 10	-	Maks	-	-
Kalsium Karbonat Ekuivalen	%	Min 80	Min 80	Min 80	Min 140	Min 110
CaO	%	Min 44	Min 44	Min 44	-	-

(KEMENTAN, 2021)

Cangkang teritip juga mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 96%-98% serta mineral lain seperti magnesium, natrium, fosfor, mangan dan besi dalam jumlah yang kecil. Kalsium karbonat pada cangkang teritip ketika dikalsinasi pada suhu diatas 700°C berubah menjadi CaO (Dampang *et al.*, 2021). Tepung cangkang teritip masuk ke dalam kategori kapur kerang. Oleh karena itu, baku mutu kadar Ca pada tepung cangkang teritip masuk ke dalam jenis kapur kerang dimana kadar minimum CaO sebesar 44% menurut SNI SNI 482: 2018 tentang Syarat Kapur Untuk Pertanian.

1) C – Organik

Kadar C – organik merupakan faktor penting dalam kualitas tanah mineral. Semakin tinggi kandungan C – organik total maka semakin baik kualitas mineral tanah. Bahan organik tanah berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas biologis tanah, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman. Bahan organik merupakan faktor penting dalam menciptakan kesuburan tanah baik secara fisik maupun kimia dan juga merupakan faktor penting dalam biologi tanah (Siregar, 2017).

2) Nitrogen

Nitrogen diperlukan untuk proses fotosintesis pada tumbuhan. Proses fotosintesis pada tumbuhan merupakan proses fisiologis penting yang terjadi pada tumbuhan. Fotosintesis memegang peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan vegetatif tanaman, terutama dalam pembentukan zat hijau daun atau klorofil (Amalia & Fajri, 2020). Unsur nitrogen adalah salah satu bahan penyusun protein yang membentuk jaringan makhluk hidup dan pada tanah unsur N menentukan pertumbuhan tanaman. Tumbuhan kaya nitrogen mempunyai daun berwarna kuning pucat hingga hijau kemerahaan, namun jika mengandung nitrogen berlebih daunnya berubah menjadi hijau tua (Kurniawan *et al.*, 2022). Semakin tinggi pemberian nitrogen maka semakin cepat sintesis karbohidrat pada tanaman. Unsur N juga berperan dalam pembentukan asam amino, enzim-enzim asam amino, asam nukleat, klorofil, alkaloid, dan basa purin serta perkembangan jaringan meristem pada tanaman (Jeksen & Mutiara, 2017).

3) Fosfor

Fosfat merupakan unsur hara makro yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Fosfat diserap tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Selain itu tanaman dapat menyerap fosfat dalam bentuk asam nukleat, fitin, dan asam fosfohumat. Ketersediaan fosfat sangat penting bagi tanaman karena membantu merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal pertumbuhan dan pembelahan sel, mempercepat proses pemasakan buah, membentuk bunga, meningkatkan kualitas tanaman, dan sebagai pengangkut energi yang dihasilkan. Selain itu, fosfat merangsang perkembangan akar sehingga membuat tanaman lebih toleran terhadap kekeringan dan memungkinkan panen lebih awal (Hidayat *et al.*, 2021).

4) Kalium (K)

Kalium merupakan unsur hara makro dan diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ . Kalium juga penting untuk pertumbuhan tanaman karena sebagai penggerak enzim (Inti *et al.*, 2021). Unsur Kalium berperan penting dalam metabolisme tanaman, membantu pembentukan protein, merangsang karbohidrat, aktivitas enzim, regulasi, osmotik, efisiensi penggunaan air, translokasi, perkembangan akar, meningkatkan ukuran buah, meningkatkan transportasi gula dan asam pada organ penyimpanan (Kesumawati *et al.*, 2022).

5) Kalsium (Ca)

Kalsium mempengaruhi meristem atau titik tumbuh pada ujung akar sehingga mengakibatkan peningkatan volume akar yang selanjutnya dapat merangsang pertumbuhan. Kalsium membantu memaksimalkan penyerapan nutrisi oleh akar dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kalsium termasuk dalam makro nutrisi. Fungsi unsur hara makro adalah merangsang pertumbuhan, mensintesis asam amino dan protein, merangsang pertumbuhan akar dan biji, merangsang pembelahan sel tanaman, memperkuat batang tanaman, dan mencegah penyakit (Akbari *et al.*, 2022). Bahan yang mengandung kalsium diantaranya cangkang telur ayam, cangkang kerang hijau dan cangkang kerang simping/kijing. Berdasarkan penelitian akbari *et al.* (2022) mengatakan kadar kalsium dalam cangkang telur ayam dapat mencapai 27,78% (Akbari *et al.*, 2022). Tepung cangkang kerang hijau

mengandung kadar kalsium (Ca) sekitar 33,56% dalam 100 gram, maka dalam 1 gram tepung cangkang kerang hijau mengandung kadar kalsium sebesar 0,33% (Supartini *et al.*, 2022). Dalam 100 gram tepung cangkang kerang kijing mengandung kadar kalsium (Ca) sebesar 29,8%, maka 1 gram tepung cangkang kerang simping terkandung kalsium (Ca) sebanyak 0,29% (Rahayu, 2015). Kadar kalsium pada tepung bahan-bahan tersebut disajikan pada tabel 2.4 tentang kadar kalsium tepung dari bahan lain.

Tabel 2. 4 Kadar Kalsium Tepung Dari Bahan Lain

No.	Sampel	Massa sampel (gram)	% Kalsium dalam 1 gram	% Kalsium (Ca)	Referensi
1.	Tepung Cangkang Telur Ayam	1	0,27	27,78	Akbari <i>et al.</i> , 2022
2.	Tepung Cangkang Kerang Hijau	1	0,33	33,56	Supartini <i>et al.</i> , 2022
3.	Tepung Cangkang Kerang Simpung/kijing	1	0,29	29,8	Rahayu, 2015

2.2.9 Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*)

Cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) adalah tanaman yang masuk ke dalam Famili Solanaceae seperti terong dan tomat serta dalam genus yang sama dengan cabai merah dan paprika yaitu *Capsicum* (Sokmawati, 2021). Klasifikasi tanaman cabai rawit adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Solanales
 Famili : Solanaceae

Genus : *Capsicum*

Spesies : *Capsicum frutescens L.*

2.3 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian pembuatan tablet pupuk organik dari kotoran sapi dan kulit pisang dengan penambahan tepung cangkang teritip sebagai berikut :

1. Kandungan kalsium tepung cangkang teritip kurang lebih sebesar 0,5% dalam 1 gram tepung cangkang teritip dikarenakan cangkang teritip mengandung kalsium sebesar
2. Hasil pengujian kadar kalsium dengan penambahan tepung cangkang teritip pada tablet pupuk organik padat dapat meningkatkan kandungan unsur hara yang signifikan
3. Hasil pengujian kadar kalium dengan penambahan kulit pisang pada tablet pupuk organik padat dapat meningkatkan kandungan unsur hara kalium yang signifikan
4. Hasil pengujian kadar nitrogen, fosfat, c-organik dan kadar air tablet POP menghasilkan tablet POP dengan unsur hara yang tinggi dan sesuai dengan baku mutu.
5. Suhu 27°C dan pH asam pada proses fermentasi dapat mempercepat proses degradasi dan menghasilkan pupuk organik.
6. Penggunaan tablet POP penelitian akan memperkuat batang, membuat daun menjadi tidak keriting dan warna daun yang cerah pada tanaman cabai.